

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-092114

(43)Date of publication of application : 05.04.1994

(51)Int.Cl.

B60C 23/06

(21)Application number : 04-246848

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 16.09.1992

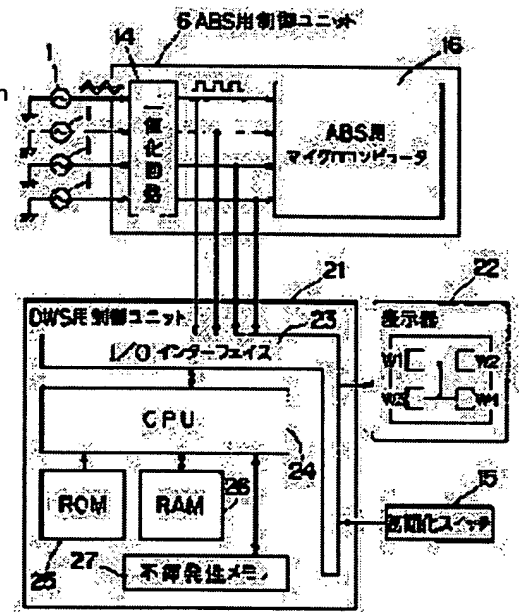
(72)Inventor : OKAWA YASUSHI  
ISSHIKI NORIO

## (54) TIRE AIR PRESSURE DROP DETECTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a tire air pressure drop detecting device (DWS) whereby a pressure-reduced tire can be detected inexpensively and further accurately by using a rotary angular speed of the tire.

**CONSTITUTION:** A wheel speed sensor 1 and a binary circuit 14 of an existing ABS in a vehicle are utilized. By four wheel speed pulses output from the binary circuit 14, a rotary angular speed of each tire W1 to W4 is calculated, in a CPU24. At the time of detection inhibiting condition stored in a nonvolatile memory 27, no detection is performed. The time of detection inhibiting condition is that when the vehicle is in a very low speed condition, the vehicle is at the time of rapid acceleration and rapid deceleration, when large lateral G is generated in the vehicle during its quick cornering, and when action of the vehicle is in a transient condition or when ABS, parking brake, etc., provided in the vehicle, are in action. At the time thus operated, by not detecting a pressure-reduced tire, misdetection can be prevented, and a device of high reliability can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.09.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

16.11.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

参考：車輪速(ABS)方式 (住友 熱心)  
ダンロップ

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 6 - 9 2 1 1 4

(43)公開日 平成 6 年 ( 1 9 9 4 ) 4 月 5 日

(51)Int. Cl.

B60C 23/06

識別記号

庁内整理番号

F I

拒絶査定(H11.11.16)

技術表示箇所

A 8711-3D

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 1 9 頁)

(21)出願番号 特願平 4 - 2 4 6 8 4 8

(22)出願日 平成 4 年 ( 1 9 9 2 ) 9 月 1 6 日

(71)出願人 0 0 0 0 0 2 1 3 0

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

(72)発明者 大川 康司

大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72)発明者 一色 功雄

大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

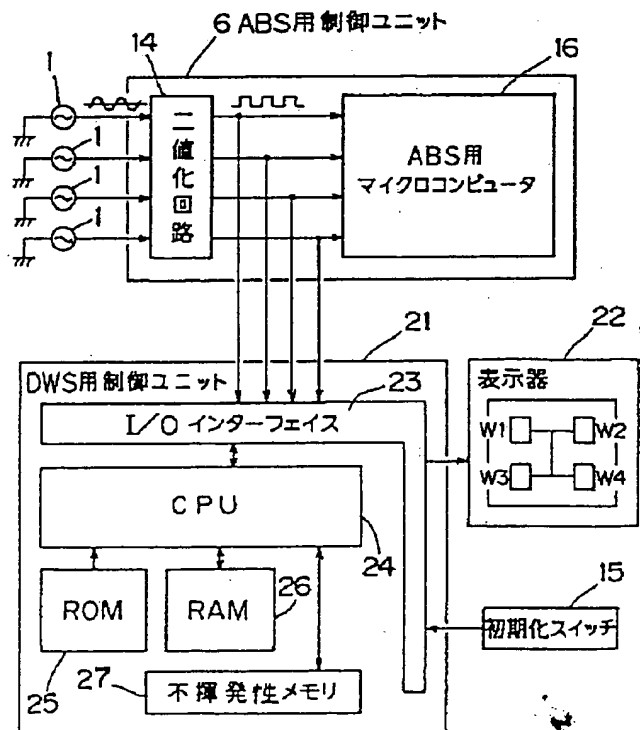
(74)代理人 弁理士 亀井 弘勝 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 タイヤ空気圧低下検出装置

(57)【要約】

【目的】 タイヤの回転角速度を用いて、安価に、かつ、正確に減圧タイヤを検出できるタイヤ空気圧低下検出装置 (DWS) を提供すること。

【構成】 車両に既設された A B S の車輪速センサ 1 および 2 値化回路 1 4 を活用する。2 値化回路 1 4 から出力される 4 つの車輪速パルスにより、C P U 2 4 は各タイヤ W 1 ~ W 4 の回転角速度を算出する。また、不揮発性メモリ 2 7 に記憶されている検出禁止条件のときは検出を行わない。検出禁止条件のときは、車両がごく低速状態のとき、車両が急加速、急減速時、車両が急なコーナリング中、車両に大きな横 G が生じているとき、車両の挙動が過渡状態のとき、または、車両に備えられた A B S 、パーキングブレーキ等が作動中のときである。このようなときには減圧タイヤの検出を行わないことにより、誤検出を防止でき、信頼性の高い装置とすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 4つのタイヤを有する四輪車両のためのタイヤ空気圧低下検出装置であって、4つのタイヤのそれぞれに対応して設けられた各タイヤの回転角速度を検出するための回転角速度検出手段、

上記四輪車両がタイヤ空気圧低下検出に適しない予め定める状態か否かを判別する判別手段、

上記判別手段が上記検出に適しない状態と判別しているときには検出のための演算は行わず、上記検出に適しない状態と判別していない場合には、上記回転角速度検出手段で検出される4つのタイヤの回転角速度から、四輪車両における4つのタイヤのうちの対角線上にある1対のタイヤの回転角速度の和と、他の1対のタイヤの回転角速度の和との比を求める演算手段、および上記演算手段の演算した比が予め定める所定値よりも大きいまたは小さいかによって、タイヤに空気圧低下が生じていることを検出する減圧タイヤ検出手段、を含むことを特徴とするタイヤ空気圧低下検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のタイヤ空気圧低下検出装置は、さらに、

上記減圧タイヤ検出手段の検出結果を表示するための表示手段、を含むことを特徴とするものである。

【請求項 3】 請求項 2 記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、

前記表示手段は、4つのタイヤに対応する表示素子を備え、空気圧が低下したタイヤが検出されたとき、そのタイヤに対応する表示素子が点灯または点滅するようにされ、また、車両のイグニッションスイッチがオンされて後、一定時間は表示素子がすべて点灯するようにされていることを特徴とするものである。

【請求項 4】 請求項 1、2 または 3 記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、

上記回転角速度検出手段は、タイヤの回転に応じてパルスを出力するパルス出力手段と、

パルス出力手段から出力されるパルス数を計数する計数手段とを含むことを特徴とするものである。

【請求項 5】 請求項 1、2 または 3 記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、

上記回転角速度検出手段は、タイヤの回転に応じてパルスを出力するパルス出力手段と、

パルス出力手段から出力されるパルスの発生間隔を計測する計測手段とを含むことを特徴とするものである。

【請求項 6】 請求項 1、2、3、4 または 5 記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、

上記タイヤ空気圧低下検出に適しない予め定める状態とは、

(1) 四輪車両が所定速度以下の低速状態のとき、

(2) 四輪車両が予め定める割合以上で急加速または急減速しているとき、

(3) 四輪車両が予め定める曲率半径よりも小さな半径

の道路をコーナリングしているとき、

(4) 四輪車両に予め定める値以上の横Gが発生しているとき、

(5) 四輪車両が直線走行状態からコーナリングに移るとき、もしくはコーナリング状態から直線走行状態に移るときであって、それにより生じる横Gの値の変化率が予め定める規定値を越えているとき、または、

(6) 四輪車両に備えられた特定の装置が作動しているとき、を含むことを特徴とするものである。

## 10 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、四輪車両のためのタイヤの空気圧低下検出に関するものであり、特に、4つのタイヤの回転数に基づいて、空気圧の低下したタイヤを検出する装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 乗用車、トラック等の四輪車両のための安全装置の1つとして、タイヤの空気圧低下を検出する装置が発明され、一部には実用化されているものもある。車両タイヤの空気圧低下検出に対する要求は、特に、ヨーロッパにおいて高い。というのは、高速道路の発達したヨーロッパ諸国においては、高速走行中の車両タイヤの空気圧低下は、重大事故を招くおそれがあるからである。

【0003】 従来の実用化されたタイヤ空気圧低下検出装置として、直接、タイヤ空気圧を測定するものがある。この従来装置では、タイヤ中に圧力センサが設けられ、タイヤ空気圧が圧力センサで直接測定される。そして、測定されたタイヤ空気圧は、車体側に設けられた処理装置へ与えられる。圧力センサと処理装置とは、たとえば電磁的に結合されており、機械的に非接触状態で信号の授受が可能とされている。処理装置で処理されたタイヤ空気圧は、表示器等に表示される構成になっている。

【0004】 また、他の従来技術として、4つのタイヤの回転角速度を検出し、各タイヤの回転角速度を基に、相対的に空気圧が低下しているタイヤを検出するためのタイヤ空気圧低下検出方法が提案されている（たとえば特開昭 63-305011号公報参照）。この従来の検出方法では、対角線上の1対のタイヤの回転角速度の和から、他の対角線上のもう1対のタイヤの回転角速度の和を引算し、その結果が2つの合計の平均値より0.05%~0.6%、好ましくは、0.1%~0.3%の間にあれば、減圧タイヤを検知するようにされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術のうち、前者のタイヤ中に圧力センサを設ける構成のものでは、非常に高価であるという欠点がある。また、タイヤ中に設けられた圧力センサから車体側に設けられた処理装置へは電磁的に信号が伝送されるが、信号伝送時にエラー

を生じやすいという欠点がある。特に、車両は悪条件下、たとえば地磁気の多い道路を走行することもあり、電磁的な信号伝送に対する障害も多い。

【 0 0 0 6 】一方、上記従来技術のうちの後者のタイヤの回転角速度を基に減圧タイヤを検出する方法には、次のような欠点がある。すなわち、減圧タイヤの回転角速度の変化分を取り出すために、4つのタイヤの回転角速度の平均値を基準量とし、その基準量に基づいて減圧タイヤにおける変動分を検出するようにされている。それゆえ、基準量にも減圧タイヤの回転角速度が含まれており、基準量が正確でなく、検出精度が良くないという欠点がある。

【 0 0 0 7 】この発明は、このような従来技術を背景としてなされたもので、比較的安価に装置を構成でき、しかも、感度良く正確にかつ迅速に空気圧が低下したタイヤを検出するための装置を提供することを目的とする。なお、この発明のより基本的な目的は、次の通りである。まず、ランフラットタイヤの開発に関連している。ランフラットタイヤは、パンクした状態でも、たとえば 80 Km/h 以下で 300 Km 程度は走れるようにされたタイヤである。このようなランフラットタイヤを装着した車両においては、タイヤがパンクして空気圧低下を起こしていても、ドライバが気付かないことが多い。パンクした状態において、速度限界を越えた速度で走行したり、走行距離限界を越えて走行していると、タイヤがバースト等し、事故につながるおそれがある。それゆえ、当初はこのようなランフラットタイヤに対する空気圧低下を検出するのが1つの目的であった。

【 0 0 0 8 】また、他の目的としては、タイヤの空気が少し抜けた場合、たとえば 0.5 気圧抜けた場合に、速やかにそれを検出してドライバに知らせ、事故が生じるのを未然に防止したいということであった。通常、タイヤの空気が 0.5 気圧程度抜けても、ドライバはそれに気付かないことが多いから、それを検知できる装置が望まれていたのである。

【 0 0 0 9 】さらに、他の基本的な目的としては、タイヤに釘等が刺さって、ある程度ゆっくりと、たとえば 20 ~ 30 秒以上の時間を要して空気圧が低下する場合に、それを速やかに検出したいという要求に応えるためになされたものである。以上のように、この発明は、タイヤの空気圧低下を検出して、事故を未然に防ぎたいという基本的な立場に立脚してなされたもので、それを実現するための安価でかつ精度の良い装置を提供することである。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

発明の原理：4つのタイヤを有する車両において、各タイヤが実際に地面に接地している面、つまりトレッドの中心からタイヤの回転中心までの距離は、そのタイヤの動荷重半径と称される。この動荷重半径は、

- ①タイヤの空気圧の変化（図 15 参照）、
- ②タイヤにかかる荷重の変化（図 16 参照）、
- ③タイヤの回転速度、つまり車両の走行速度の変化（図 17 参照）、
- ④タイヤのスリップ角の変化（図 18 参照）、
- ⑤タイヤのキャンバー角の変化（図 18 参照）、
- ⑥車両が加速中または制動中（図 19 参照）、
- ⑦車両がコーナリング中、
- ⑧タイヤの摩耗（図 20 参照）、

等により変化する。あるタイヤの動荷重半径が変化すると、任意の車両速度において、その変化が発生したタイヤの回転速度は他のタイヤの回転速度に対し変化することになる。

【 0 0 1 1 】そこで、この発明においては、

- a. タイヤの回転速度の変化を検出する、
- b. タイヤの動荷重半径に及ぼす空気圧以外の変動要因（上記の ② ~ ⑧）を、各タイヤの動荷重半径の情報を適切に処理することにより排除する、
- c. その結果、タイヤ空気圧と動荷重半径との関係を抽出し、タイヤ空気圧変化を検知する、という手順に基づき、空気圧が低下したタイヤを検出するものである。

ABS の利用：この発明においては、好ましくは、車両に既設された ABS (Antilock-Braking-System) を有効に利用する。

【 0 0 1 2 】ABS は、現在、ヨーロッパにおいては全車両の約 35 %、日本においては全車両の約 15 ~ 16 % の普及率で取り付けられている。この ABS は、4つのタイヤの回転状態を検出するための車輪速センサを有しており、タイヤが空転するスリップ状態か否かの検出をして、ブレーキの油圧を制御するシステムである。ABS の信号系統は、上述のようにブレーキの油圧を制御して、ブレーキをかけない方向へ制御するものであるから、もし誤動作すれば車両は非常に危険な状態になる。そこで、高信頼性の信号系統が採用されている。この発明の好ましい態様では、この信頼できる信号系統から得られる車輪速センサの信号を利用することにより、安価に、信頼性の高いタイヤ空気圧低下検出装置を実現したものである。

【 0 0 1 3 】請求項 1 記載の発明は、4つのタイヤを有する四輪車両のためのタイヤ空気圧低下検出装置であって、4つのタイヤのそれぞれに対応して設けられた各タイヤの回転角速度を検出するための回転角速度検出手段、上記四輪車両がタイヤ空気圧低下検出に適しない予め定める状態か否かを判別する判別手段、上記判別手段が上記検出に適しない状態と判別しているときには検出のための演算は行わず、上記検出に適しない状態と判別していない場合には、上記回転角速度検出手段で検出される4つのタイヤの回転角速度から、四輪車両における4つのタイヤのうちの対角線上にある1対のタイヤの回転角速度の和と、他の1対のタイヤの回転角速度の和と

の比を求める演算手段、および上記演算手段の演算した比が予め定める所定値よりも大きいかまたは小さいかによって、タイヤに空気圧低下が生じていることを検出する減圧タイヤ検出手段、を含むことを特徴とするものである。

【0014】請求項2記載の発明は、請求項1記載のタイヤ空気圧低下検出装置は、さらに、上記減圧タイヤ検出手段の検出結果を表示するための表示手段、を含むことを特徴とするものである。請求項3記載の発明は、請求項2記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、前記表示手段は、4つのタイヤに対応する表示素子を備え、空気圧が低下したタイヤが検出されたとき、そのタイヤに対応する表示素子が点灯または点滅するようにされ、また、車両のイグニッションスイッチがオンされて後、一定時間は表示素子がすべて点灯するようにされていることを特徴とするものである。

【0015】請求項4記載の発明は、請求項1、2または3記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、上記回転角速度検出手段は、タイヤの回転に応じてパルス出力するパルス出力手段と、パルス出力手段から出力されるパルス数を計数する計数手段とを含むことを特徴とするものである。請求項5記載の発明は、請求項1、2または3記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、上記回転角速度検出手段は、タイヤの回転に応じてパルス出力するパルス出力手段と、パルス出力手段から出力されるパルスの発生間隔を計測する計測手段とを含むことを特徴とするものである。

【0016】請求項6記載の発明は、請求項1、2、3、4または5記載のタイヤ空気圧低下検出装置において、上記タイヤ空気圧低下検出に適しない予め定める状態とは、(1)四輪車両が所定速度以下の低速状態のとき、(2)四輪車両が予め定める割合以上で急加速または急減速しているとき、(3)四輪車両が予め定める曲率半径よりも小さな半径の道路をコーナリングしているとき、(4)四輪車両に予め定める値以上の横Gが発生しているとき、(5)四輪車両が直線走行状態からコーナリングに移るとき、もしくはコーナリング状態から直線走行状態に移るときであって、それにより生じる横Gの値の変化率が予め定める規定値を超えているとき、または、(6)四輪車両に備えられた特定の装置が作動しているとき、を含むことを特徴とするものである。

【0017】

【作用】請求項1ないし6記載の発明によれば、四輪車両において、回転角速度検出手段により検出される4つのタイヤの各回転角速度に基づいて、いずれかのタイヤに空気圧低下が生じている場合に、それを正確に検出することができる。しかも、演算手段は、四輪車両がタイヤ空気圧低下検出に適しない予め定める状態のときには演算を行わないから、誤った演算が未然に防止され、正しい検出結果のみを導き出すことができる。

【0018】また、請求項2記載の発明によれば、4つのタイヤのいずれかのタイヤに空気圧低下が生じた場合に、それを速やかにドライバに知らせることができる。さらに、請求項3記載の発明によれば、イグニッションスイッチがオンされて後一定時間は表示素子がすべて点灯または点滅するため、ドライバは表示手段またはタイヤ空気圧低下検出装置自体が故障していないことを確認することができる。

【0019】

【実施例】以下には、図面を参照して、この発明の実施例について詳細に説明する。図1は、この発明の一実施例にかかるタイヤ空気圧低下検出装置（以下「DWS」という。）および従来公知のABSが搭載された車両の概要を示す図である。

【0020】この車両に搭載されたABSは、4つのタイヤW1、W2、W3、W4にそれぞれ関連して設けられた車輪速センサ1の出力に基づき、各車輪のブレーキ2のブレーキ圧力を電子的に制御することによって、急制動動作時等における車輪のロック状態を回避する装置である。すなわち、ブレーキペダル3が強く踏み込まれると、マスタシリンダ4からの液圧は、液圧ユニット5で制御されて各車輪のブレーキ2に伝達される。この液圧ユニット5には4つの車輪速センサ1の出力をモニタしているABS用制御ユニット6が接続されている。ABS用制御ユニット6では、各車輪速センサ1の出力に基づいて、いずれかの車輪のいわゆるロック状態が判別されると、液圧ユニット5を制御して、ロック状態の車輪のブレーキ2のブレーキ圧を減少させる。

【0021】ところで、上記ABSにおいては、各車輪速センサ1から与えられるアナログ信号は、ABS用制御ユニット6において、まず、2値化処理がされ、2値化済車輪速信号（以下、「車輪速パルス」という。）が処理用に用いられる。一方、この実施例にかかるDWSは、DWS用制御ユニット11、DWS用制御ユニット11に接続された表示器12、および、DWS用制御ユニット11に接続されており、ドライバによって操作される初期化スイッチ15を備えている。そして、DWS用制御ユニット11は、ABS用制御ユニット6から車輪速パルスの供給を受け、該車輪速パルスに基づいていずれかのタイヤW1～W4の空気圧低下を検出するようにされている。そして、いずれかのタイヤW1～W4の空気圧低下が検出されると、その結果は表示器12に表示される。表示器12では、後述するように、空気圧低下タイヤが表示される。

【0022】図2は、図1において説明した車輪速センサ1の取付構造の一例を示す斜視図である。車輪7の端部にはホイール取付部材8およびブレーキディスク9が固着されている。ブレーキディスク9の内側には車輪7と一体的に回転するセンサロータ10が取り付けられている。センサロータ10の全周面には突出する複数の歯

が一定のピッチで形成されている。このセンサロータ 10 の周面に所定間隔を隔てて対向するように、かつ、回転しない固定的な状態で車輪速センサ 1 が取り付けられている。

【 0 0 2 3 】 図 3 は、この車輪速センサ 1 による回転検出原理を説明するための図解図である。車輪速センサ 1 は、永久磁石 11 が作る磁束  $\phi$  を、ポールピース 12 によりセンサロータ 10 に導くとともに、ポールピース 12 に巻き回したコイル 13 の両端に生じる起電力  $e_i$  を取り出すようにしたものである。ポールピース 12 の先端 12 a と、センサロータ 10 との間には空隙  $g$  が形成されている。センサロータ 10 は、前述したように車軸 7 に固定されており、車軸 7 の回転、換言すればタイヤの回転とともに回転する。また、センサロータ 10 の周面には、前述したように、多数の歯 10 a が一定ピッチで突設されている。よって、ポールピース 12 の先端 12 a とセンサロータ 10 の周面との空隙  $g$  は、センサロータ 10 の回転に伴って変化する。この空隙  $g$  の変化により、ポールピース 12 を貫く磁束  $\phi$  が変化するから、この磁束  $\phi$  の変化に応じた起電力  $e_i$  がコイル 13 の両端に発生することになる。起電力  $e_i$  は、センサロータ 10 の回転に対応した周波数で変化するから、結局、タイヤの回転速度に対応する周波数の電圧信号  $e_i$  が得られる。

【 0 0 2 4 】 この実施例では、センサロータ 10 の周面に突設された歯 10 a は、たとえば 45 個程度設けられている。それゆえ、センサロータ 10 が 1 回転すると、45 個の歯 10 a がポールピース 12 の先端 12 a と対向する。よって、センサロータ 10 が 1 回転すると、つまりタイヤが 1 回転すると、コイル 13 の両端には 45 個の交流信号が発生する。

【 0 0 2 5 】 図 4 は、この発明の一実施例にかかる DWS の電氣的な構成を示すブロック図である。図 1 において説明したように、4 つの車輪速センサ 1 の検出信号は、ABS 用制御ユニット 6 へ与えられる。ABS 用制御ユニット 6 には 2 値化回路 14 および ABS 用マイクロコンピュータ 16 が含まれている。ABS 用制御ユニット 6 へ与えられた車輪速センサ 1 の検出信号は、まず、2 値化回路 14 において 2 値化された後、ABS 用マイクロコンピュータ 16 へ供給される。

【 0 0 2 6 】 この実施例にかかる DWS は、前述したように、上記 ABS の車輪速センサ 1 の検出信号が与えられるようにされている。この場合において、各車輪速センサ 1 の検出信号は直接 DWS 用制御ユニット 21 に与えられるようにされているのではなく、ABS 用制御ユニット 6 内の 2 値化回路 14 において 2 値化された後の車輪速パルスが、DWS 用制御ユニット 21 へ与えられるようにされている。

【 0 0 2 7 】 このような接続構成にすると、2 つの大きなメリットがある。1 つのメリットは、DWS 用制御ユ

ニット 21 の車輪速信号入力部分に万一故障が発生しても、その故障が ABS 用制御ユニット 6 に致命的な影響を与えるのを防止できるということである。もし、DWS 用制御ユニット 21 が車輪速センサ 1 の出力を直接取り込む構成にされている場合、すなわち、各車輪速センサ 1 の信号線が分岐されて DWS 用制御ユニット 21 に接続されている場合、この分岐された信号線のいずれかがたとえばグラウンドレベルになると、誤った車輪速検出信号が ABS 用制御ユニット 6 の 2 値化回路 14 に与えられてしまう。そしてこの結果、ABS 用マイクロコンピュータ 16 が誤動作を起こす可能性がある。そこでこの実施例のように、ABS 用制御ユニット 6 内の 2 値化回路 14 によって 2 値化された後の車輪速パルスを DWS 用制御ユニット 21 へ与えるようにすれば、たとえ DWS 用制御ユニット 21 の車輪速検出信号入力部分に故障が発生しても、その故障は ABS 用制御ユニット 6 に致命的な影響を与えることはない。

【 0 0 2 8 】 もう 1 つのメリットは、2 値化済の車輪速パルスが DWS 用制御ユニット 21 へ与えられるため、DWS 用制御ユニット 21 の車輪速信号入力部分の簡易化が図れるということである。さて、この実施例にかかる DWS には、上記車輪速パルスが与えられる DWS 用制御ユニット 21、表示器 22 および初期化スイッチ 15 が含まれている。DWS 用制御ユニット 21 は、マイクロコンピュータによって構成されており、そのハードウェア構成には、図示のように、外部装置との信号の受け渡しに必要な入出力インターフェイス 23、演算処理の中核としての CPU 24、CPU 24 の制御動作プログラムが格納された ROM 25、CPU 24 が制御動作を行う際にデータ等が一時書込まれたり、その書込まれたデータが読出される RAM 26、および、電源 OFF 時にも記憶されたデータを保持しておくことができる不揮発性メモリ 27 が含まれている。RAM 26 には、後述するように、時刻メモリ用エリア、計測タイマ用エリア、パルスカウンタ用エリア、ワークレジスタ用エリア等が備えられている。また、不揮発性メモリ 27 には、後述するデータ却下条件、データ補正係数等が記憶されている。

【 0 0 2 9 】 DWS 用制御ユニット 21 にて、2 値化回路 14 から与えられる車輪速パルスに基づいて空気圧低下タイヤの検出がされると、その検出結果は表示器 22 へ出力されて表示される。表示器 22 における表示態様としては、図示のように、4 つのタイヤ W1、W2、W3、W4 に対応する表示ランプまたは表示素子によって、空気圧が低下したタイヤが検出されたとき、そのタイヤに対応する表示素子が点灯されるようにされている。

【 0 0 3 0 】 また、表示ランプまたは表示素子 W1 ~ W4 は、それ自身が故障していないことをドライバに知らせるため、車両のイグニッションスイッチがオンされて



後、一定時間はすべてが点灯するようにしておくことが好ましい。さらにまた、空気圧が低下したタイヤが検出されたことをドライバに知らせるために、表示器 22 に代えて、あるいは表示器 22 と併用して、合成音声等による聴覚的な報知装置を用いてもよい。

【0031】なお、図 4 における初期化スイッチ 15 の作用については、後に説明する。図 5 は、この発明の他の実施例にかかる DWS の電気的な構成を示す回路ブロック図である。図 5 に示す構成が図 4 に示す構成と異なる点は、DWS 用マイクロコンピュータ 28 が、ABS 用制御ユニット 6 内部に追加されていることである。このように、DWS 専用のマイクロコンピュータを他のユニット、この実施例では ABS 用制御ユニット 6 内に追加することにより、既存の制御ユニットを有効に活用することができ、制御ユニットの増加がなく、回路構成の縮小が図れるとともに、コスト削減も図れるという利点がある。

【0032】また、ABS 用制御ユニット 6 内に DWS 用マイクロコンピュータ 28 を追加するという図 5 の構成に代え、図 6 に示すように、ABS 用マイクロコンピュータ 16 内に、ABS 用プログラムに加えて、空気圧低下検出用プログラムを追加すれば、マイクロコンピュータのハードウェア構成は既存の ABS 用マイクロコンピュータ 16 をそのまま利用しながら、新たなプログラムの追加だけによって、DWS を構成することができる。

【0033】次に、図 4 で説明した DWS 用制御ユニット 21 において、与えられる車輪速パルスが、どのようにして CPU 24 で読取られるかについて説明をする。図 4 における CPU 24 に入力される車輪速パルスは、それぞれ、図 7 に示すようなパルス信号である。CPU 24 では、この与えられる各車輪速パルスを予め定める計測周期  $\Delta t$  ごとにカウントして、各タイヤ W1 ~ W4 (図 1 参照) の回転角速度を算出する。

【0034】ところで、CPU 24 に入力される車輪速パルスの周期と、CPU 24 内の計測周期  $\Delta t$  とは非同期であるから、車輪速パルスの周期と計測周期  $\Delta t$  とが、図 7 (a) に示すような関係にあることもあれば、図 7 (b) に示すような関係になることもある。すなわち、図 7 (a) に示す場合は、計測周期  $\Delta t$  内における車輪速パルスの立ち上がりエッジ数  $N$  は、 $N = x$  であるが、図 7 (b) に示す場合は、計測周期  $\Delta t$  内における車輪速パルスの立ち上がりエッジ数  $N$  は、 $N = x - 1$  となってしまう。このように、計測周期  $\Delta t$  の開始タイミングおよび終了タイミングと、車輪速パルスの立ち上がりエッジとの関係が異なると、同一計測周期  $\Delta t$  内にカウントされる車輪速パルスのパルス数に  $\pm 1$  個の誤差が生じることがある。特に、車両が低速走行中は、車輪速パルス数も少ないので、その誤差の割合も大きくなる。

【0035】そこで、この実施例においては、図 7

(c) に示すように、各計測周期  $\Delta t$  内の最後に検出された立ち上がりエッジの発生時刻、たとえば  $t_{i-1}$ 、 $t_i$  を記憶するようにした。そして、タイヤの回転角速度  $\omega$  は、ある計測周期  $\Delta t$  内にカウントされた車輪速パルスの立ち上がりエッジ数を  $x$  とすれば、

$$\omega = (k_1 \cdot x) / (t_i - t_{i-1}) \quad \dots (1)$$

但し、 $k_1$  : 定数

によって求めるようにした。この結果、車輪速パルスの周期と計測周期  $\Delta t$  とが非同期であることに基づく誤差は生じず、車輪速パルスを正確にカウントすることができ、誤差なく各タイヤの回転角速度を算出することができる。

【0036】図 8 は、CPU 24 (図 4 参照) における上述したタイヤの回転角速度算出処理手順を示すフローチャートである。次に、図 8 を参照して、タイヤの回転角速度の算出の仕方についてより具体的に説明をする。CPU 24 では、与えられる車輪速パルスのカウント処理が行われる。この処理は、図 8 (a) のフローチャートに従ってなされる。すなわち、車輪速パルスの立ち上がりエッジの入力が判別されると (ステップ S1)、その立ち上がりエッジが入力された時刻が時刻メモリ (この時刻メモリは、図 4 における RAM 26 の記憶エリアが用いられる。) に記憶される (ステップ S2)。そして、パルスカウンタ (このパルスカウンタも、RAM 26 の記憶エリアが用いられて構成されている。) のカウント値が +1 される。

【0037】以上の処理が繰返される。一方、タイヤの回転角速度算出処理は、図 8 (b) に示すフローチャートに従って行われる。すなわち、計測周期  $\Delta t$  を計時する計測タイマ (この計測タイマも、たとえば RAM 26 の記憶領域が用いられて形成されている。) の計時時刻が  $\Delta t$  に達したか否かの判別がされ (ステップ S11)、計測タイマが計測周期  $\Delta t$  ( $\Delta t$  は、たとえばコンマ数秒 ~ 数秒程度に設定することができる。) に達したと判別されると、計測タイマはリセットされる (ステップ S12)。これにより、計測タイマは再度 0 から計時を始める。また、RAM 26 の記憶エリアに形成されたワークレジスタ W1 にストアされている前回の計測周期における最後の立ち上がりパルスが検出された時刻  $t_{i-1}$  が、別のワークレジスタ W2 に移される (ステップ S13)。そして、ワークレジスタ W1 には、時刻メモリに記憶されている時刻  $t_i$  (ステップ S2 で記憶された時刻) がストアされる (ステップ S14)。

【0038】この結果、ワークレジスタ W2 には 1 つ前の計測周期における最後の立ち上がりエッジが検出された時刻  $t_{i-1}$  がストアされ、ワークレジスタ W1 には今回の計測周期における最後の立ち上がりエッジが検出された時刻  $t_i$  がストアされていることになる。次いで、パルスカウンタの値がさらに別のワークレジスタ W3 にストアされる。そしてパルスカウンタはクリアされる。

【0039】そして、3つのワークレジスタW1、W2、W3にストアされているデータが読出され、タイヤの回転角速度 $\omega$ が算出される(ステップS16)。この算出は、上述した式(1)に基づいてなされる。以上のようにして、計測周期 $\Delta t$ ごとに、車輪の回転角速度が、誤差なく正確に算出される。

【0040】上述の場合、車輪速パルスの立ち上がりエッジの検出に代えて、立ち下がりエッジを検出するようにしてもよい。以上説明した車輪速パルス数のカウント処理およびタイヤの回転角速度の算出処理は、車輪速センサ1が4個備えられているから、各車輪速センサごとにそれぞれ行われる。

【0041】以上のようなタイヤの回転角速度算出処理に代えて、次のような算出処理を行ってもよい。すなわち、図9を参照して、計測開始後、最初の車輪速パルスの立ち上がりエッジ(あるいは立ち下がりエッジ)が検出された時刻 $t_1$ を記憶し、タイヤ1回転あたりの車輪速パルスの立ち上がり(あるいは立ち下がり)エッジ数 $N_0$ の整数 $n$ ( $n=1, 2, 3, \dots$ )倍+1個目の車輪速パルスの立ち上がりエッジ(あるいは立ち下がりエッジ)の検出時刻 $t_2$ を記憶し、タイヤの回転角速度 $\omega$ を、下記式(2)

$$\omega = (k_2 \cdot n) / (t_2 - t_1) \quad \dots (2)$$

但し、 $k_2$ :定数

によって算出してもよい。このような回転角速度の算出方法を用いた場合は、センサロータ10(図3参照)における歯10aの突設ピッチがばらついていても、そのばらつきにより回転角速度 $\omega$ に誤差が生じることがない。したがって、より正確な回転角速度の算出が行える。

【0042】なお、この回転角速度の算出も、4つの車輪速センサ1からの車輪速パルスがそれぞれ検出され、それぞれのタイヤW1~W4について、回転角速度が算出される。図10は、図9を参照して説明した回転角速度の算出を行うときのCPU24における処理手順を表わすフローチャートである。

【0043】次に、図10を参照して、より具体的に回転角速度の算出の仕方を説明する。車輪速パルスの計測が開始されると、車輪速パルスのたとえば立ち上がりエッジが検出される(ステップS21)。そして最初の立ち上がりエッジが検出されると、その検出時刻 $t_1$ が時刻メモリ1に記憶される(ステップS22)。また、パルスカウンタのカウント値が「1」にされる(ステップS23)。

【0044】その後、次の車輪速パルスの立ち上がりエッジが検出されたか否かが判別され(ステップS24)、立ち上がりエッジが検出されるごとに、パルスカウンタは+1される(ステップS25)。そして、パルスカウンタのカウント値が予め定められたタイヤ1回転あたりの車輪速パルスの立ち上がり数 $N_0$ の整数 $n$ 倍に

なったか否かが判別され(ステップS26)、パルスカウンタの値が $N_0 \times n$ に達するまで、ステップS24およびS25の処理が繰返される。

【0045】そしてパルスカウンタのカウント数が $N_0 \times n$ になったことが判別され、その次の車輪速パルスの立ち上がりエッジが検出されると(ステップS26、S27でそれぞれYES)、ステップS24で検出された最後の車輪速パルスの立ち上がりエッジが検出された時刻 $t_2$ が時刻メモリ2に記憶される(ステップS28)。

【0046】そして、パルスカウンタは次の計測開始に備えてクリアされ(ステップS29)、時刻メモリ1および時刻メモリ2に記憶された時刻を用いて上述の式(2)によりタイヤの回転角速度 $\omega$ が算出される(ステップS30)。なお、この図10で述べた時刻メモリ1および時刻メモリ2も、図4におけるRAM26の記憶エリアを用いて形成される。

【0047】なお、図8または図10を参照して説明した上記の回転角速度 $\omega$ の検出処理は、4つの車輪速センサ1からの各車輪速パルスに基づいて、並列的に、4つのタイヤの回転角速度が同時に算出されるようにするのが好ましい。なぜならば、後述するように、タイヤ空気圧の低下検出は、4つのタイヤの回転角速度を基に相対的に空気圧が低下しているタイヤが検出されるため、各タイヤの回転角速度は、同時刻に検出された回転角速度であることがより正確な検出に繋がるからである。

【0048】次に、タイヤ空気圧の低下検出の仕方について説明をする。図11に示す四輪車両のタイヤの配列図において、前左タイヤW1の回転角速度をF1、前右タイヤW2の回転角速度をF2、後左タイヤW3の回転角速度をF3、および、後右タイヤW4の回転角速度をF4とする。このとき、対角線上にある1対のタイヤW1およびW4の回転角速度の和 $F1 + F4$ と、他の対角線上にあるもう1対のタイヤW2およびW3の回転角速度の和 $F2 + F3$ との比 $dF$ を求めることにより、次のタイヤ空気圧の低下を検知する判定式(3)を得ることができる。

【0049】

$$dF = (F1 + F4) / (F2 + F3) \quad \dots (3)$$

今、4つのタイヤW1~W4の空気圧がすべて正常であれば、 $F1 \sim F4$ は、いずれも等しくなるから、 $dF = 1$ となる。一方、いずれか1つのタイヤの空気圧が低下した場合は、 $dF \neq 1$ となる。よって、

$$dF > (1 + a_1), \text{ または、 } dF < (1 - a_1)$$

但し、 $a_1, a_1$ :定数

のとき、いずれかのタイヤの空気圧が低下していることを検知できる。

【0050】上述の判定式(3)を用いると、4つのタイヤのうち、減圧タイヤの回転角速度を、他の正常な空気圧の3つのタイヤとの相対的な変化分として検出でき

る。よって、従来技術において説明したように、比較基準量の中に減圧タイヤの回転角速度が含まれないため、検出精度が変動したり悪化せず、精度の良い検出が可能となる。

【0051】この実施例にかかる判定式(3)を用いれば、4つのタイヤW1~W4のうちのいずれか1つのタイヤ、または、対角線上にある2つのタイヤW1とW4またはW2とW3の空気圧の低下を正しく検出することができる。次に、タイヤの空気圧低下が検出された場合において、4つのタイヤW1~W4のうちのどのタイヤの空気圧が低下しているかの特定の仕方について説明をする。

【0052】上述の判定式(3)において、 $dF > 1$ であれば、減圧タイヤはW1またはW4、 $dF < 1$ であれば、減圧タイヤはW2またはW3、と特定できる。さらに、上述の場合において、車両が直進状態では、 $F1 > F2$ ならば、減圧タイヤはW1  
 $F1 < F2$ ならば、減圧タイヤはW2  
 $F3 > F4$ ならば、減圧タイヤはW3  
 $F3 < F4$ ならば、減圧タイヤはW4  
と特定できる。

【0053】ところで、上述した判定式(3)を用いることによって、対角線上にない2つのタイヤ、たとえば2つの前タイヤW1、W2、または、2つの後タイヤW3、W4が、同時に空気圧低下を生じた場合は、そのタイヤ空気圧低下を検出できないことがある。よって、上述した判定式(3)によるタイヤ空気圧低下の検出判定を行った後、車両がほぼ一定速度でかつほぼ直線走行を行っている条件下において、前タイヤW1、W2の回転角速度の和 $F1 + F2$ と、後タイヤW3、W4の回転角速度の和 $F3 + F4$ とを比較し、大小があれば、大きな方が空気圧低下を生じているタイヤであると特定することが好ましい。すなわち、

$(F1 + F2) / (F3 + F4) > C$ 、(C: 車両で決まる定数)ならば、W1およびW2が空気圧低下を生じており、

$(F1 + F2) / (F3 + F4) < C$ 、(C: 車両で決まる定数)ならば、W3およびW4が空気圧低下を生じている、と判定するのが好ましい。

【0054】上述の場合における車両は一定速度走行であるか否かの判断は、次のようにして行えばよい。すなわち、4つの車輪速センサから得られる4つのタイヤの回転角速度の平均値の変化率が、或る規定値内にあるときは、一定走行であると判断することができる。一方、その或る規定値外になったとき、たとえば変化率が規定値よりも増加方向に増えたときは車両は加速状態であると判断することができ、逆に変化率が或る規定値よりも減少方向に越えた場合は、車両は減速状態であると判断することができる。このように、車両が一定速度走行状態か否かを上述のように車輪速センサの出力に基づいて

判断することにより、このDWSにおいてGセンサ等を設けなくてもよく、簡易な構成にできるという利点がある。

【0055】ところで、上述した判定式(3)を用いたタイヤ空気圧の低下検出は、前述したように、タイヤの動荷重半径が変化すると、その変化が発生したタイヤの回転角速度が他のタイヤの回転角速度に対し変化するという根拠に基づいている。ところが、前述したように、タイヤの動荷重半径は、①タイヤ空気圧の変化だけでなく、②タイヤにかかる荷重、③タイヤの回転速度、④タイヤのスリップ角、⑤タイヤのキャンバール角、⑥車両が加速中または制動中か否か、⑦車両がコーナリング中か否か、⑧タイヤの摩耗、等によっても変動する。

【0056】そこで、タイヤの空気圧低下を正確に検出するためには、上記②~⑧による動荷重半径の変動を除去するため、或る特定の条件下でタイヤの空気圧低下検出を禁止したり、あるいは、算出されたタイヤの回転角速度を補正する必要がある。以下、検出を禁止する場合、および、算出された回転角速度を補正する場合について、順次説明をする。

空気圧低下の検出を禁止する場合: 以下の(1)~

(6)の場合がある。

【0057】(1)車両がごく低速状態においては、図3に示す車輪速センサ1からは2値化に十分な交流電圧信号e<sub>1</sub>が得られない。したがって、車輪速センサ1の出力は正しく2値化されない場合がある。そこで、車両速度が予め定める一定速度以下の場合は、車輪速パルスの検出を禁止する。

【0058】車輪速パルスの検出禁止の具体的な方法としては、たとえば図7で説明した計測周期 $\Delta t$ において、カウントされるパルス数が予め定める規定値未満であれば、タイヤ空気圧低下検出を禁止する。さらに、好ましくは、或る計測周期 $\Delta t$ におけるパルス数と、次の計測周期 $\Delta t$ におけるパルス数との間に急激な増加または減少があった場合は、タイヤ空気圧低下検出を禁止する。なぜならば、一定の計測周期 $\Delta t$ 内での急激なパルス数の増加または減少は、たとえばタイヤのスリップ等によることが考えられるから、そのような場合に、そのデータを用いると誤判定が行われるおそれが高くなるからである。

【0059】さらに、上述の場合において、より好ましくは、与えられる車輪速パルスの発生周期を監視し、車輪速パルスの発生周期が規定値を越えた場合、そのパルスを含む計測周期 $\Delta t$ 内のパルス数に基づくタイヤ空気圧低下検出を禁止するようにする。車輪速パルスの発生周期が規定値を越える場合は、たとえばタイヤがスリップした等が考えられるからである。

【0060】(2)車両が急加速時は、タイヤが空転することがあり、タイヤ空転は誤検出の要因となる。そこで、車両の駆動輪と非駆動輪、たとえば前輪と後輪の回

回転速度の比をとり、その値が規定値を越えれば検出を禁止するようにする。この場合、駆動輪の回転角速度と非駆動輪の回転角速度との比は、それぞれ、駆動輪であるたとえば2つの前タイヤの回転角速度の平均値と、非駆動輪である2つの後タイヤの回転角速度の平均値を用いればよい。

【0061】(3) 車両が急なコーナリング中は、タイ

$$\frac{1}{R} = A \left| \frac{(F1+F3) - (F2+F4)}{(F1+F2+F3+F4)} \right| \quad \dots (4)$$

【0063】ただし、F1、F2、F3、F4：前左タイヤ、前右タイヤ、後左タイヤ、後右タイヤの回転角速度、

A：車両によって決まる定数

つまり、車両が走行している道路が、ヘアピンカーブやスプーンカーブ等の比較的曲率半径の小さなカーブの場合には、タイヤ空気圧の低下検出を禁止するわけであ

$$G = B \left| \{ (F1+F3) - (F2+F4) \} / (F1+F2+F3+F4) \right|$$

... (5)

但し、F1、F2、F3、F4：前左タイヤ、前右タイヤ、後左タイヤ、後右タイヤの回転角速度、

B：車両で決まる定数

なお、上述の式(5)に基づいて車両に生じる横Gを推測するのに代え、車両にGセンサを取り付け、当該Gセンサによって車両に生じる横Gを検出するようにしてもよい。

【0065】(5) 車両が直線走行状態からコーナリングに移るとき、またはコーナリング状態から直線走行に移るとき、つまりコーナリングの始めまたは終わりにおいては、車両の挙動が過渡状態となり、車両における荷重移動等が不定で、タイヤ空気圧低下検出の誤検出の要因となる。そこで、この車両の挙動が過渡状態になるコーナリングの始めおよび終わりには、検出を禁止する。検出を禁止するか否かの判断は、車両に生じる横Gの値(この値は、上述した式(5)で推測された値でもよいし、Gセンサによって測定されたものであってもよい。)の変化率が規定値を越えた場合に検出を禁止するようにする。

【0066】(6) 車両に備えられたABS、パーキングブレーキ、またはトラクションコントロール装置等が作動中は、車輪回転が通常の回転状態ではなく、タイヤのスリップが発生することがあり、DWSにとっては誤検出の要因となる。そこで、ABS、パーキングブレーキ、およびトラクションコントロール装置とDWSとをそれぞれ信号線で接続し、ABS、パーキングブレーキ、または、トラクションコントロール装置が作動中の場合は、DWSに作動中を知らせる信号が与えられるようにする。そしてDWSでは、いずれかの作動中を知らせる信号が与えられている場合は、検出処理を行わないようにする。

やに横滑り等が発生し、誤検出の要因となる。そこで、次式(4)により車両が走行している道路の曲率半径Rを推測し、この値Rが規定値を下回るときは、検出を禁止する。

【0062】

【数1】

る。

【0064】(4) 車両がコーナリング中は、車両速度が速かったり、コーナリング半径が小さい場合は大きな横Gがかかり、タイヤの横滑りなどにより誤検出が発生することがある。そこで、次式(5)により、車両に生じる横Gを推測し、この値が規定値を上回るときは検出を禁止する。

【0067】上述した(1)～(5)それぞれの検出を禁止するか否かの判断基準となる各規定値は、予め定められ、不揮発性メモリ27(図4参照)に記憶されている。したがって、CPU24は、不揮発性メモリ27に記憶された規定値を読出し、この規定値と比較することにより、タイヤ空気圧の低下検出処理を行うか禁止するかを決定する。

回転角速度を補正する場合：以下の(1)および(2)の場合がある。

【0068】(1) 前述したように、タイヤの動荷重半径は、タイヤの空気圧の変化のみでなく、車両の走行速度によっても変化する。そこで、タイヤの動荷重半径と空気圧との関係を正確に抽出するためには、車両の走行速度ごとに、タイヤの動荷重半径に与える変動分を予め求めておき、タイヤの空気圧低下検出処理時に、この変動分を補正し、ひいてはタイヤの回転角速度を補正する必要がある。

【0069】車両の走行速度に対するタイヤの動荷重半径の変動分を $\Delta r$ とすれば、

$$\Delta r = f(v)$$

但し、f：車両によって決まる関数

v：車両の走行速度、

なお、これは4つの車輪の平均回転角速度で代用可能今、空気圧の正常なタイヤの停止時の半径を $r_0$ とすれば、このタイヤの動荷重半径の変化は

$$(r_0 + \Delta r) / r_0 = 1 + \Delta r / r_0 \\ = 1 + f(v) / r_0 = 1 + C f(v)$$

但し、C：定数

そこで、タイヤの回転角速度を $F_x$ ( $F_x = F1, F2, F3$ または $F4$ )とすると、

$$F_x \propto (1 / r_0)$$

の関係があり、

【 0 0 7 0 】

【 数 2 】

$$F x' \propto \frac{1}{r_0 \cdot (1 + C f(v))}$$

【 0 0 7 1 】 が実際のタイヤの回転角速度となる。よって、回転角速度  $F x$  は、

$$F x = \{ 1 + C f(v) \} F x'$$

と補正する。あるいは、タイヤの回転角速度の変化割合を、車両の代表的な速度ごと、たとえば、50 Km/h、100 Km/h、150 Km/h、に予め測定しておき、それらを検出された回転角速度の補正量として不揮発性メモリ 27 または ROM に記憶しておいてもよい。そして、車両の走行速度に応じて、いずれかの変化割合を不揮発性メモリ 27 から読出して、それによって検出された回転角速度を補正するようにしてもよい。

【 0 0 7 2 】 (2) 車両がコーナリング中においては、車両に生じる横  $G$  により、タイヤの動荷重半径が変動する。それゆえ、車両がコーナリング中には、タイヤの動荷重半径の変動によって回転角速度も変動するので、これを補正する必要がある。ところで、車両が直線走行状態か、コーナリング中かは、車輪速センサの出力に基づいて、次のようにして判別することができる。すなわち、前左右タイヤ  $W 1$ 、 $W 2$  および後左右タイヤ  $W 3$ 、 $W 4$  の回転角速度の差または比が、両方とも或る規定値を同符号で越えた場合は、車両はコーナリング中であると判断することができる。そして、それ以外の場合は、車両は直線走行状態であると判断することができる。そして、車両がコーナリング中であると判断された場合は、以下の補正が行われる。このように、車輪速センサの出力に基づいて車両が直線走行状態かコーナリング中かを判別するようにすると、この DWS においてハンドル蛇角センサを設けなくてよく、より安価にかつ簡易な構成とすることができる。

【 0 0 7 3 】 今、図 12 において、車両に横  $G$  が加かると、車両には、ロール中心を中心に回転モーメントが発生し、これに比例した力が各タイヤ  $W 1$ 、 $W 3$ 、 $W 2$ 、 $W 4$  に作用する。タイヤの動荷重半径は、前述したように荷重の影響を受け、荷重に比例して変動する。それゆえ、車両がコーナリング中においては、その変動分は横  $G$  の関数として表現できる。この変動分を  $\Delta r$  とし、初期のタイヤ半径を  $r_0$  とすると、タイヤの動荷重半径の変化分は、

$$(r_0 + \Delta r) / r_0 = 1 + \Delta r / r_0 = 1 + f(G)$$

但し、 $f$  : 車両によって決まる関数であり、各タイヤごとに決まる。

【 0 0 7 4 】 よって、車両がコーナリング中は、各タイヤに対し、回転角速度  $F x$  ( $F x = F 1$ 、 $F 2$ 、 $F 3$  ま

たは  $F 4$ ) とすれば、 $F x' = F x \times (1 + f(G))$  とすることで、回転角速度を補正することができる。なお、上述の補正係数  $f(G)$  は連続的な関数として表現されてもよく、あるいは、代表的な  $G$  の値ごとに測定しておき、補正係数として不揮発性メモリ 27 に記憶されていてもよい。

【 0 0 7 5 】 以上のようにして算出されたタイヤの回転角速度に補正を施すと、車両が加速もしくは減速中に検出されたタイヤの回転角速度であっても、あるいは車両がコーナリング中に検出された回転角速度であっても、それらタイヤの回転角速度を補正したものをを用いてタイヤの空気圧低下検出を行うことができる。よって、タイヤの空気圧低下検出を行うことのできない状態を減らすことができ、道路状況等によって長期間にわたりタイヤの空気圧低下検出を行えない状態を回避することができる。

【 0 0 7 6 】 次に、図 4 に示す CPU 24 によって行われる減圧タイヤ判別制御について、フローチャートを参照しながら説明をする。図 13 は減圧タイヤの判別処理の前に必要な初期化処理ルーチンを示すフローチャートである。初期化処理は、以下の理由で必要な処理である。車両の 4 つのタイヤ  $W 1$ 、 $W 2$ 、 $W 3$ 、 $W 4$  の空気圧がすべて正常であったとしても、車両の重量配分による各タイヤにかかる荷重の差、タイヤの摩耗、タイヤの製造ばらつき等により、4 つのタイヤの動荷重半径はすべて同一であるとは限らない。それゆえ、この 4 つのタイヤの動荷重半径の初期ばらつきを初期化によって補正することが、その後の正確なタイヤ空気圧低下検出において欠かせない。

【 0 0 7 7 】 図 13 を参照して、初期化処理は、初期化スイッチ 15 (図 1、図 4 参照) が操作されたことに基づいて開始される (ステップ S 4 1)。そして初期化スイッチ 15 のオンが判別されると、CPU 24 は不揮発性メモリ 27 に初期化フラグを書込む (ステップ S 4 2)。この初期化フラグを不揮発性メモリ 27 に書込むのは、初期化処理中に DWS の電源がオフされた場合、補正係数が正しく求められないことがある。そしてもしこの正しくなく補正係数が用いられると、DWS は誤検出をするおそれがある。そこで、初期化フラグを不揮発性メモリ 27 に書込むことにより、不揮発性メモリ 27 の内容を保証しようとするものである。

【 0 0 7 8 】 次いで、表示器 22 における 4 つのタイヤの表示素子  $W 1 \sim W 4$  (図 4 参照) を点滅させ、初期化処理中であることをドライバに知らせる (ステップ S 4 3)。この初期化スイッチ 15 が押された後、車両はドライバによって直線走行で、かつほぼ一定速度で走行される。CPU 24 は、車輪速センサからの車輪速パルスに基づいて、車両が直線走行で、かつ一定速度で走行しているか否かが判別される (ステップ S 4 4)。直線走行か否かは、前述したように、前左右タイヤ  $W 1$ 、 $W$

2、後左右タイヤW3、W4の回転角速度の差または比が、両方とも或る規定値を同符号で越えていない場合に、車両は直線走行中であると判別される。

【0079】また、車両が一定速度走行か否かは、4つの車輪速センサから与えられる車輪速パルスの平均値の変化率が、或る規定値内にある場合に車両は一定速度走行であると判別される。そしてこの場合に、4つのタイヤの各回転角速度F1、F2、F3、F4が検出される。また、任意の1つのタイヤの回転角速度、たとえばF1を基準値とし、この基準値F1に対する他のタイヤの回転角速度の比をそれぞれ求め、それを各タイヤに対する補正係数とする。すなわち、タイヤW2については、補正係数 $C2 = F2 / F1$ 、タイヤW3については補正係数 $C3 = F3 / F1$ 、タイヤW4については、補正係数 $C4 = F4 / F1$ 、とする（ステップS45）。

【0080】そしてこの求められた補正係数C2、C3、C4は、不揮発性メモリ27に記憶される（ステップS46）。一方、不揮発性メモリ27に書込まれた初期化フラグが消去され（ステップS47）、表示器22のタイヤ表示ランプが消灯され（ステップS48）、この処理は終了する。初期化処理が終わった後、DWSが動作されるとき、すなわち車両のイグニッションキーがオンされたとき、CPU24は不揮発性メモリ27に初期化フラグが書込まれているか否かを判別して、もし初期化フラグが書込まれている場合は、再度の初期化を要求するようにたとえば表示器22にその要求を表示させることになる。あるいはブザー等で報知してもよい。

【0081】次に、図14に示すフローチャートを参照して、減圧タイヤの判定処理について説明をする。まず、図4で説明したABS用制御ユニットの2値化回路14から与えられる車輪速パルスが読取られる（ステップS51）。そして、この読取られた車輪速パルスが、パルス読取禁止条件か否か（前述した空気圧低下の検出を禁止する場合の（1）のときか否か）が判別され（ステップS52）、パルス読取禁止条件である場合は、その後の処理は行われない。

【0082】パルス読取禁止条件でない場合は、各タイヤの回転角速度F1、F2、F3、F4が算出される（ステップS53）。そして算出された回転角速度F1～F4に基づいて、車両が上述した検出禁止条件（前述した空気圧低下の検出を禁止する場合の（2）～（6））になっているか否かの判別がされる（ステップS54）。もし車両が検出禁止条件の場合は、その後の処理は行われない。

【0083】車両が検出禁止条件でない場合には、さらに、回転角速度F1～F4の補正が必要か否かが判別される（ステップS55）。補正は、前述したように車両の走行速度およびコーナリング中か否かによって変わってくるが、補正が必要である場合は算出された各タイヤの回転角速度F1～F4の補正がされる（ステップS5

6）。

【0084】そして、補正後の回転角速度F1～F4に基づいて、前述した対角線上にある1対のタイヤの回転角速度の和、たとえばF1+F4と、他の対角線上にあるもう1対のタイヤの回転角速度の和F2+F3との比dFをとった上記判定式（3）に基づいて、前述したとおりの空気圧低下タイヤの有無が判定され、かつ、空気圧の低下したタイヤの特定がされる（ステップS57）。

【0085】上述の実施例においては、ABSに備えられている車輪速センサ1の出力パルスを利用してタイヤW1～W4の回転角速度を算出するようにしたが、ABSが備えられていない車両に対しては、DWS専用の車輪速センサを取り付けるようにしたものであってもよい。

【0086】

【発明の効果】請求項1ないし3記載の発明によれば、4つのタイヤの各回転角速度に基づいて、いずれかのタイヤに空気圧低下が生じているか否かを正確に検出することができ、しかも、誤検出を生じる可能性のあるときは検出が行われない。また、請求項2または3記載の発明によれば、タイヤの空気圧低下が生じたときはドライバにそれを速やかに知らせることができる。また、請求項3記載の発明によれば、表示手段またはタイヤ空気圧低下検出装置が正常に動作していることをドライバがイグニッションスイッチをオンする度に確認することができる。

【0087】それゆえ、正確な検出ができる装置とすることができ、しかも検出にはタイヤの回転角速度を用いるため、装置を安価に構成することができる。また、回転角速度が正確に検出できないような状態のときには、その正確でない可能性のある回転角速度に基づいてはタイヤ空気圧低下検出処理を行わないようにしたので、信頼性のある検出結果のみを出力することができるタイヤ空気圧低下検出装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例にかかるタイヤ空気圧低下検出装置（DWS）および従来公知のABSが搭載された車両の概要を示す図である。

【図2】車輪速センサの取付構造の一例を示す斜視図である。

【図3】車輪速センサによる回転検出原理を説明するための図解図である。

【図4】この発明の一実施例にかかるDWSの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図5】この発明の他の実施例にかかるDWSの電氣的な構成を示す回路ブロック図である。

【図6】この発明のさらに他の実施例にかかるDWSの回路構成例を示すブロック図である。

【図7】CPU24に入力される車輪速パルスと、計測

21

周期との関係を表わす図である。

【図 8】タイヤの回転角速度算出処理手順を示すフローチャートである。

【図 9】タイヤの回転角速度算出処理の他の処理方法を説明するためのタイミング図である。

【図 10】図 9 で説明した回転角速度の算出を行うときの処理手順を表わすフローチャートである。

【図 11】四輪車両のタイヤの配列図である。

【図 12】車両に横  $G$  がかったときの各タイヤに作用する力を説明するための図解図である。

【図 13】減圧タイヤの判定処理の前に必要な初期化処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図 14】減圧タイヤの判定処理を表わすフローチャートである。

【図 15】タイヤの動荷重半径に対する空気圧の影響を表わすグラフである。

【図 16】タイヤの動荷重半径に対する荷重の影響を表わすグラフである。

22

【図 17】タイヤの動荷重半径に対する速度の影響を表わすグラフである。

【図 18】タイヤの動荷重半径に対するスリップ角およびキャンバー角の影響を表わす図である。

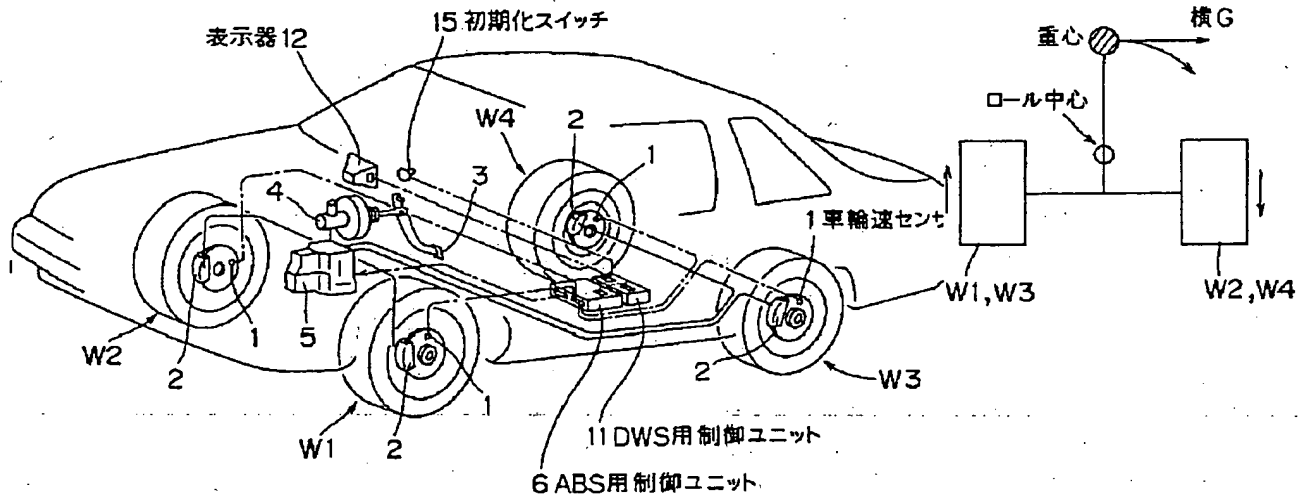
【図 19】タイヤの動荷重半径に対する車両の駆動または制動の影響を表わすグラフである。

【図 20】タイヤの動荷重半径とタイヤの摩耗との関係を表わすグラフである。

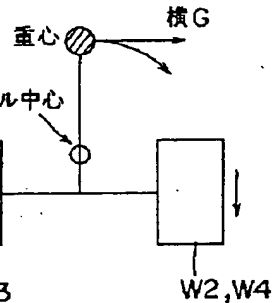
【符号の説明】

- |    |                          |            |
|----|--------------------------|------------|
| 10 | 1                        | 車輪速センサ     |
|    | 10                       | センサロータ     |
|    | 15                       | 初期化スイッチ    |
|    | 21                       | DWS用制御ユニット |
|    | 22                       | 表示器        |
|    | 24                       | CPU        |
|    | 27                       | 不揮発性メモリ    |
|    | W1, W2, W3, W4           | タイヤ        |
|    | F1, F2, F3, F4, $\omega$ | タイヤの回転角速度  |

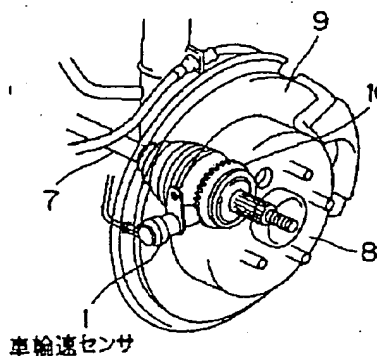
【図 11】



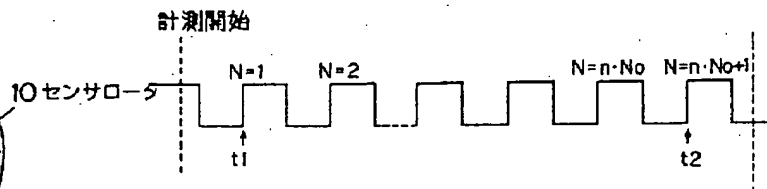
【図 12】



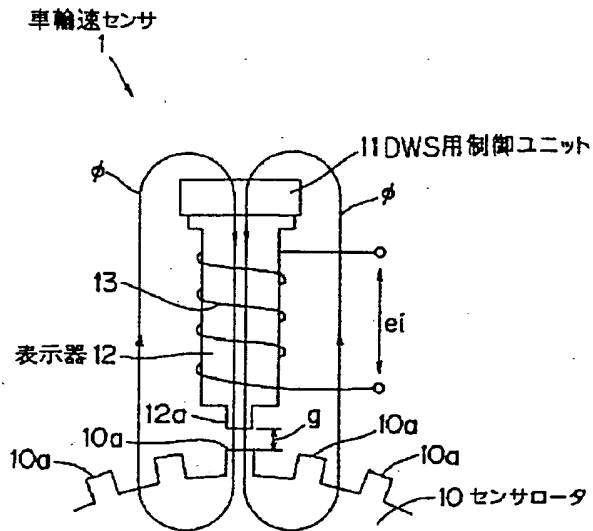
【図 2】



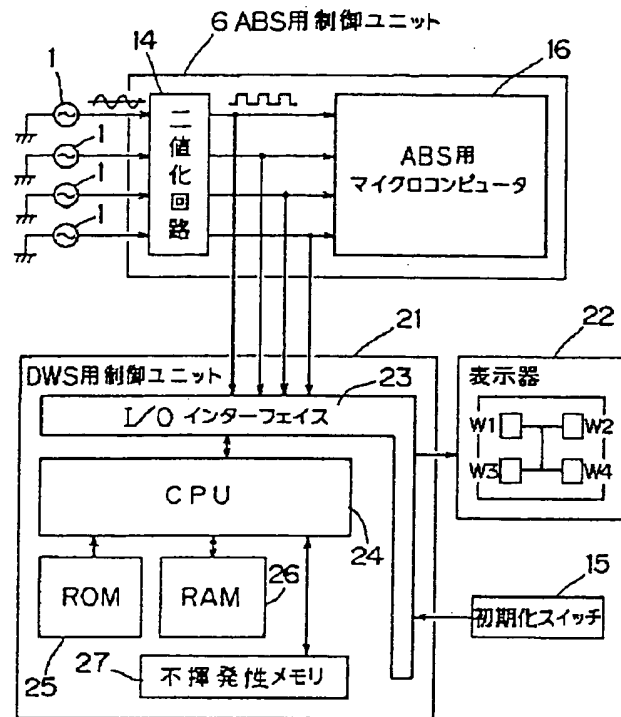
【図 9】



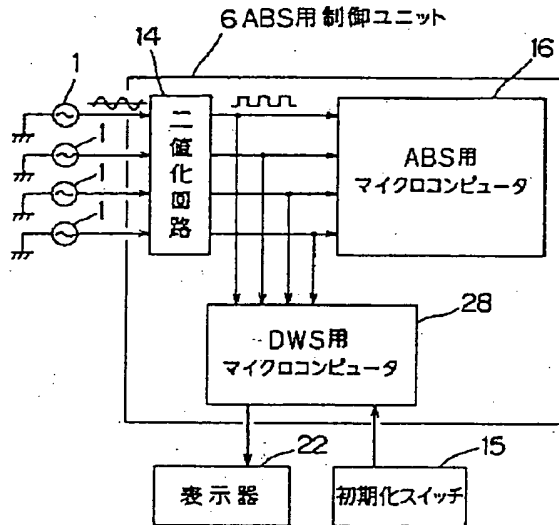
【 図 3 】



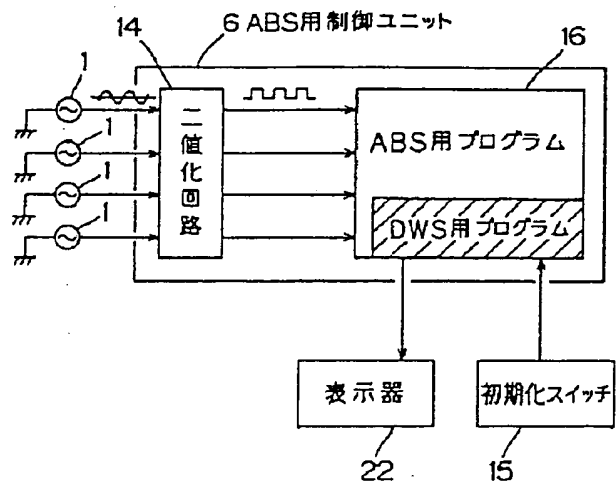
【 図 4 】



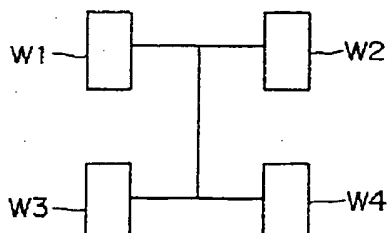
【 図 5 】



【 図 6 】

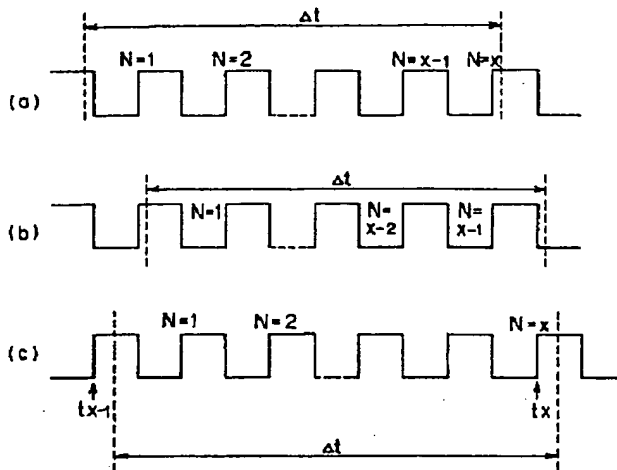


【 図 1 1 】

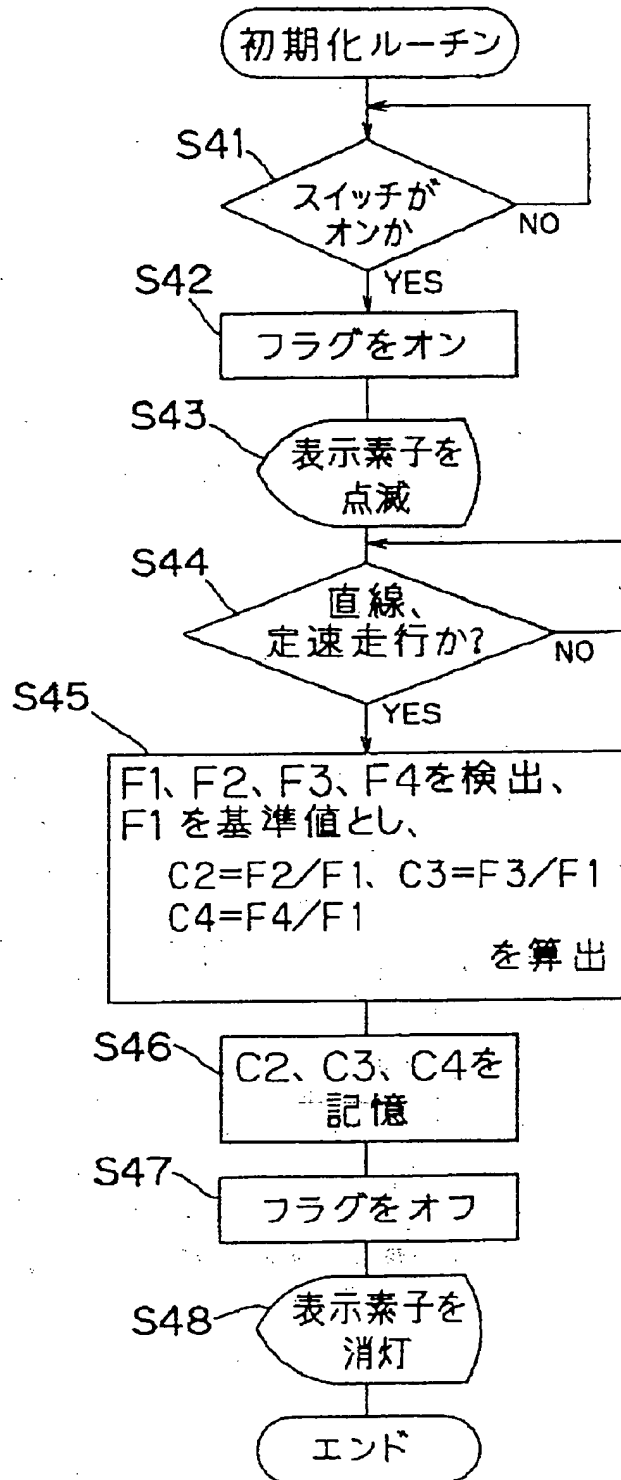




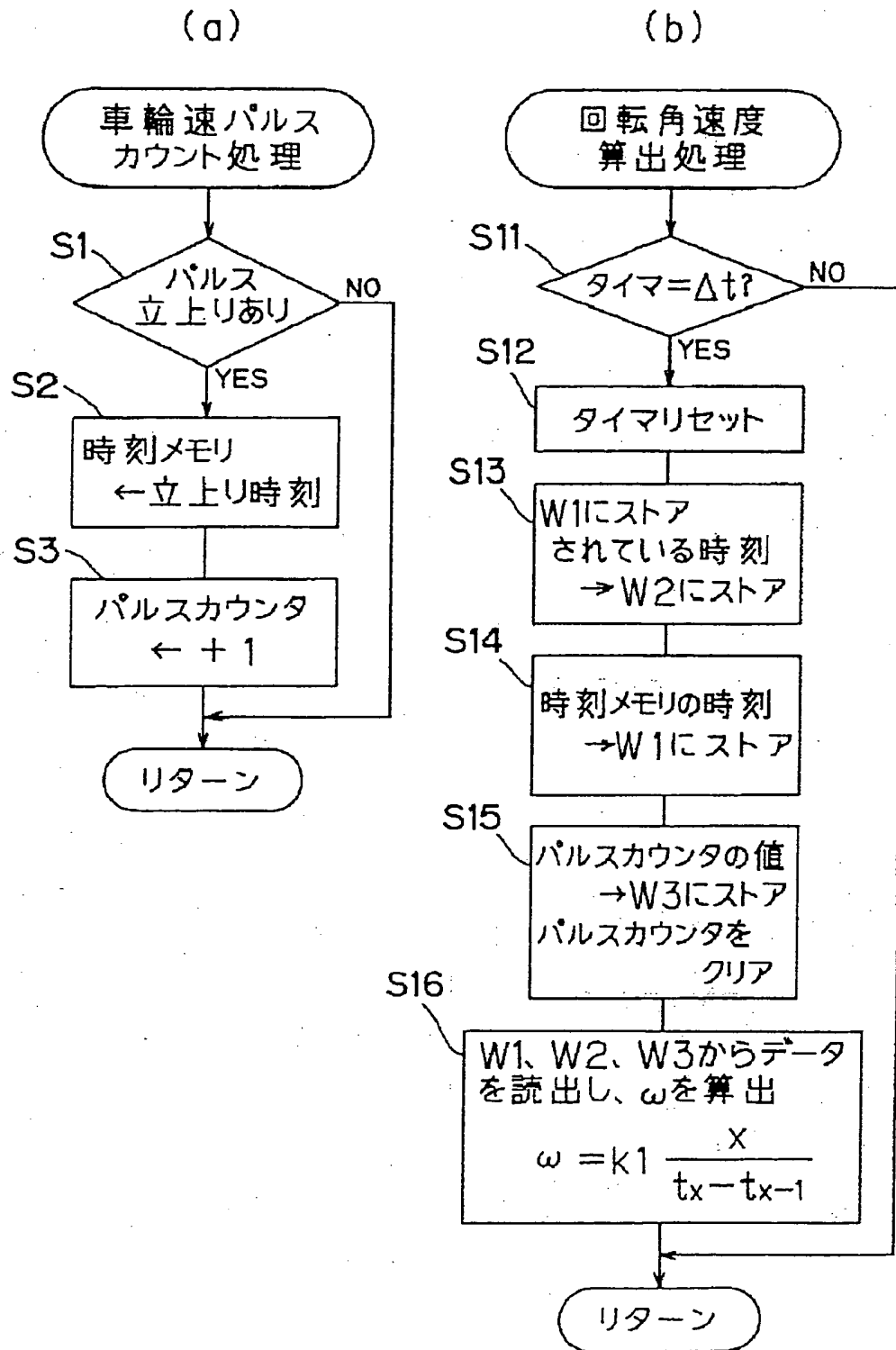
【図 7】



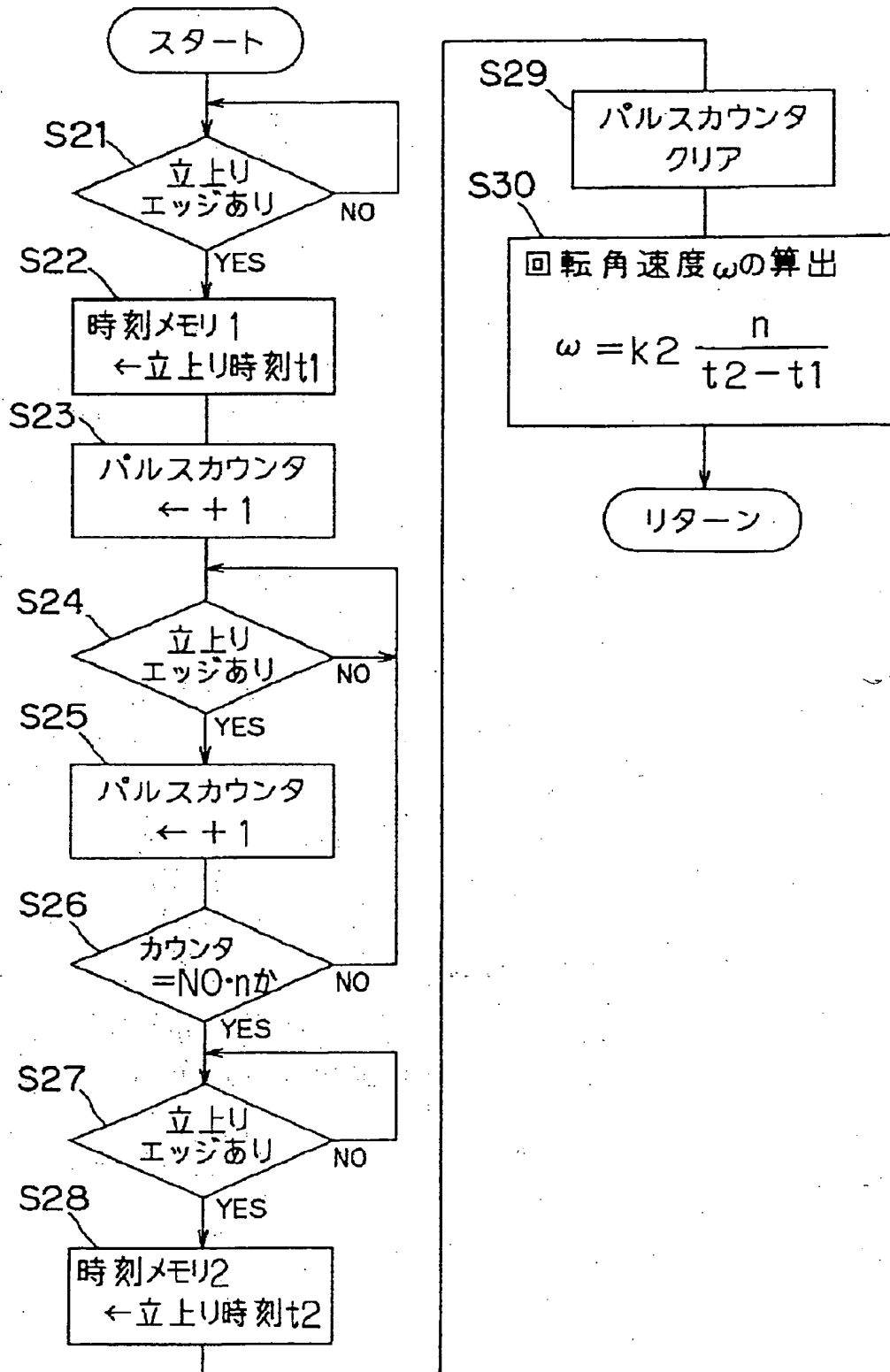
【図 13】



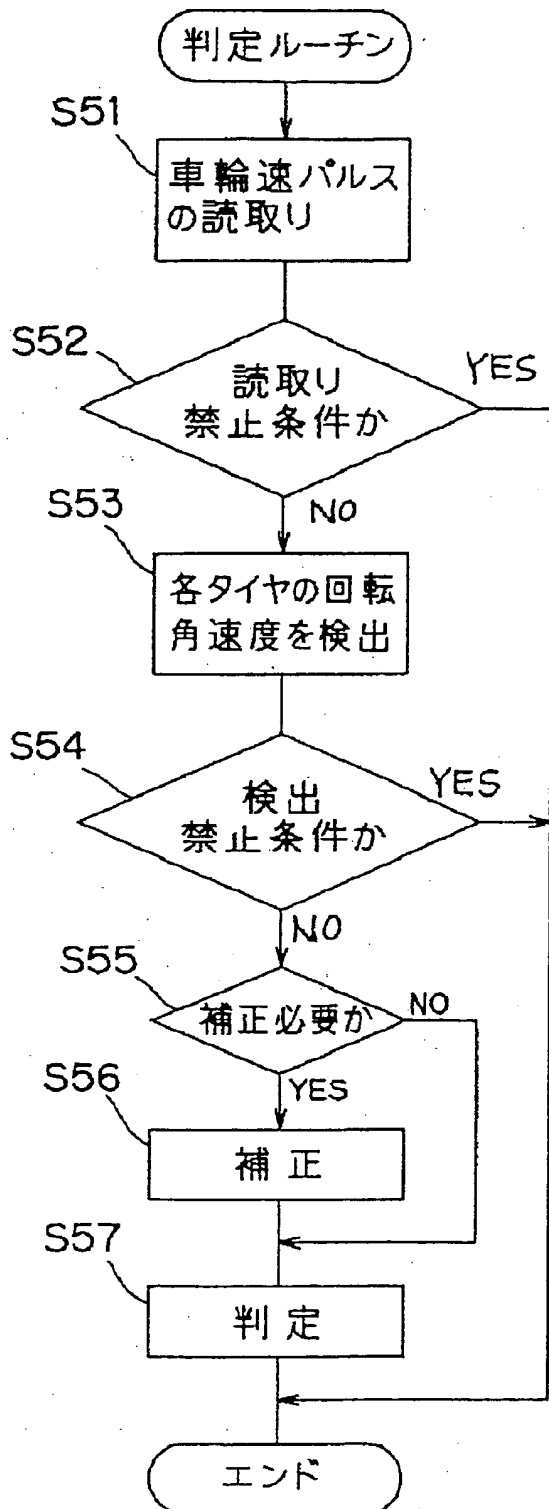
〔 図 8 〕



【図 10】

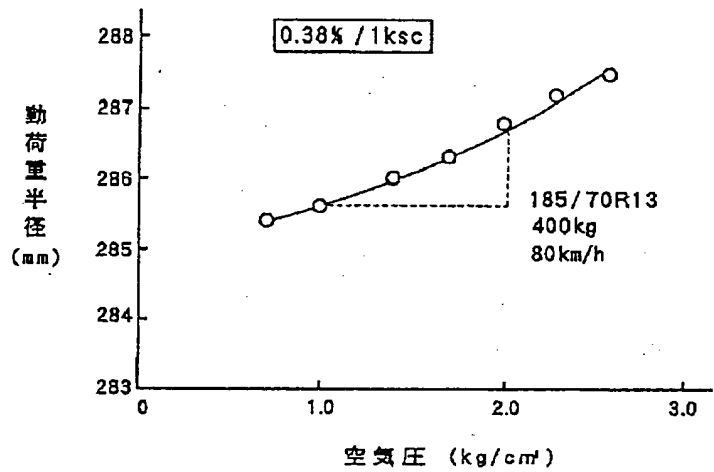


【図 14】



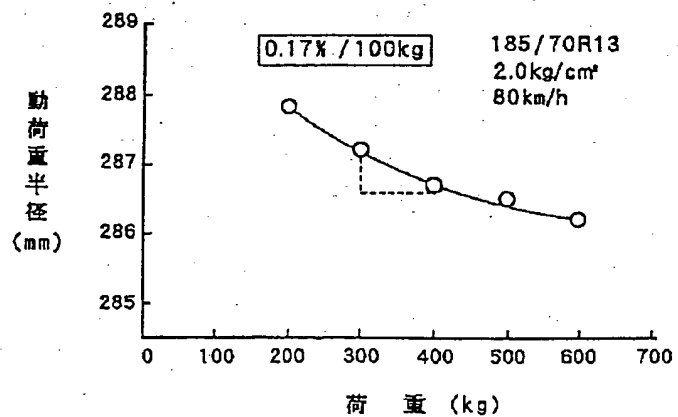
【図 15】

## 動荷重半径（空気圧の影響）

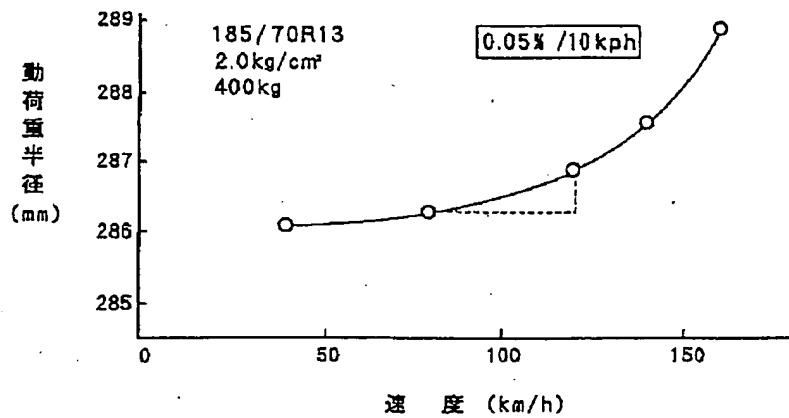


【図 16】

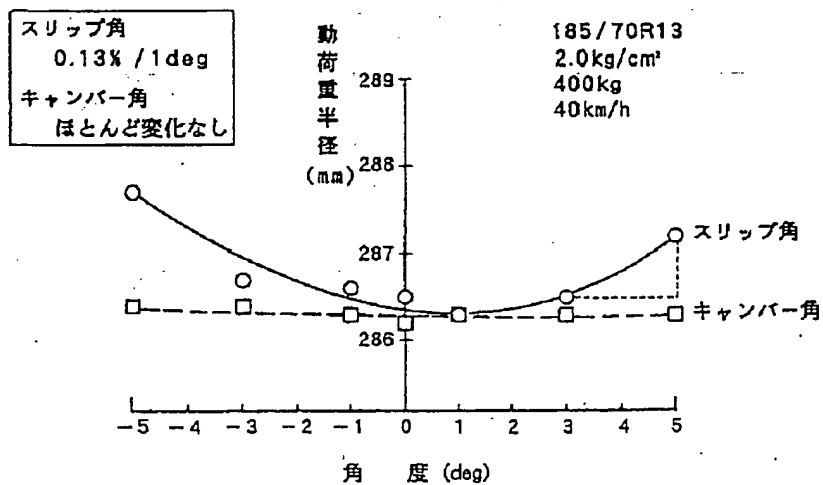
## 動荷重半径（荷重の影響）



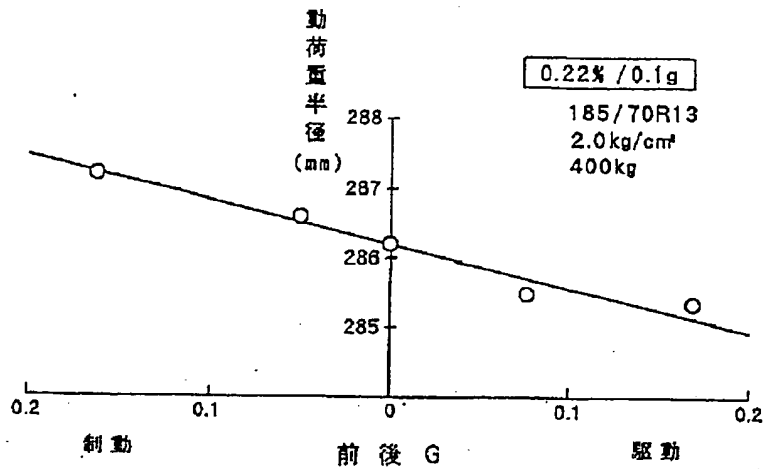
〔 図 1 7 〕

動荷重半径 (速度の影響)

〔 図 1 8 〕

動荷重半径 (スリップ角、キャンバー角の影響)

【図 19】

動荷重半径（駆動・制動の影響）

【図 20】

動荷重半径（摩耗の影響）